

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-098951

(43)Date of publication of application : 05.04.2002

(51)Int.Cl.

G02F 1/1335
G02F 1/1343

(21)Application number : 2000-289389

(71)Applicant : SONY CORP

(22)Date of filing : 22.09.2000

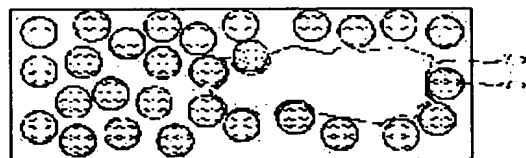
(72)Inventor : FUJIOKA TAKAYUKI
SHIGENO NOBUYUKI

(54) SEMI-TRANSMITTING TYPE LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To suppress the reduction of contrast due to reflective characteristics of the boundary part of a reflecting part and a transmitting part, especially reduction in contrast against external light made incident from a specified direction, as to a semi-transmitting type liquid crystal display device having a diffuse reflection electrode having surface ruggedness on the reflecting part of a pixel and having a transparent electrode in the transmitting part of the pixel.

SOLUTION: In the semi-transmitting type liquid crystal display device, having the diffuse reflection electrode 10 having surface ruggedness in the reflecting part R of the pixel and having the transparent electrode in the transmitting part T, a side, which is not parallel with any of the sides forming the effective screen frame or the pixel pattern of a liquid crystal display panel, is provided in an aperture pattern of the diffuse reflection electrode 10, corresponding to the transmitting part T of the pixel.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-98951

(P2002-98951A)

(43) 公開日 平成14年4月5日 (2002.4.5)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	ページ* (参考)
G 0 2 F 1/1335	5 2 0	G 0 2 F 1/1335	2 H 0 9 1
1/1343		1/1343	2 H 0 9 2

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願2000-289389 (P2000-289389)

(22) 出願日 平成12年9月22日 (2000.9.22)

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 藤岡 隆之

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(72) 発明者 重野 信行

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(74) 代理人 100095588

弁理士 田治米 登 (外1名)

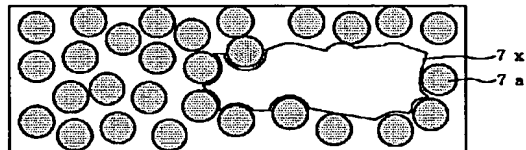
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半透過型液晶表示装置

(57) 【要約】

【課題】 画素の反射部に表面凹凸が形成された拡散反射電極を有し、画素の透過部に透明電極を有する半透過型液晶表示装置において、反射部と透過部の境界部の反射特性に起因するコントラストの低下、特に、特定方向から入射する外光に対するコントラストの低下を低減させる。

【解決手段】 画素の反射部Rに表面凹凸が形成された拡散反射電極10を有し、透過部Tに透明電極を有する半透過型液晶表示装置において、画素の透過部Tに対応した拡散反射電極10の開口パターンに、液晶表示パネルの有効画面枠又は画素パターンを形成するいずれの辺とも非平行な辺を設ける。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 画素の反射部に表面凹凸が形成された拡散反射電極を有し、画素の透過部に透明電極を有する半透過型液晶表示装置であって、画素の透過部に対応した拡散反射電極の開口パターンが、液晶パネルの有効画面枠又は画素パターンを形成するいずれの辺とも非平行な辺を有する半透過型液晶表示装置。

【請求項2】 液晶表示パネルの画像観察時に拡散反射電極の開口パターンの下辺が水平方向と非平行である請求項1記載の半透過型液晶表示装置。

【請求項3】 拡散反射電極の開口パターンの少なくとも下辺が、拡散反射電極の表面凹凸の凸部間の間隙に沿った曲線からなる請求項1又は2記載の半透過型液晶表示装置。

【請求項4】 拡散反射電極の開口パターンの全周が、拡散反射電極の表面凹凸の凸部間の間隙に沿った曲線からなる請求項3記載の半透過型液晶表示装置。

【請求項5】 画素の反射部に表面凹凸が形成された拡散反射電極を有し、画素の透過部に透明電極を有する半透過型液晶表示装置の製造方法であって、基板上にフォトリソグラフィでパターンニングすることにより、フォトリソに複数の柱状体と、画素の透過部に対応した開口パターンとを形成する工程、及びパターンニングしたフォトリソ層上に金属膜を形成し、その金属膜に画素の透過部に対応した開口パターンを形成することにより拡散反射電極を形成する工程を含む製造方法であって、フォトリソの開口パターン及び金属膜の開口パターンとして、液晶パネルの有効画面枠又は画素パターンを形成するいずれの辺とも非平行な辺を有する開口パターンを形成する方法。

【請求項6】 液晶表示パネルの画像観察時に、フォトリソの開口パターン及び金属膜の開口パターンの下辺が水平方向と非平行になるように形成する請求項5記載の製造方法。

【請求項7】 拡散反射電極の開口パターンの少なくとも下辺を、拡散反射電極の表面凹凸の凸部間の間隙に沿った曲線から形成する請求項5又は6記載の製造方法。

【請求項8】 拡散反射電極の開口パターンの全周を、拡散反射電極の表面凹凸の凸部間の間隙に沿った曲線から形成する請求項5又は6記載の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、一画素内に反射部と透過部を有する半透過型液晶表示装置において、反射部と透過部の境界部の拡散反射電極からの強い反射を抑制し、コントラストの低下を防止する技術に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、反射型と透過型の双方の液晶表示機能を備えた半透過型液晶表示装置としては、透過機能

を有する反射シートを利用したものや、一画素内に反射部と透過部を設け、反射部に表面凹凸を有する拡散反射電極を使用し、透過部に、その拡散反射電極に開けた開口パターンを使用する方式（特開平11-242226号公報等）がある。

【0003】前者の場合、反射シートを液晶パネルの外側に配置する関係上、視差の発生と開口部の影響や吸収のため、反射率の低下が起こる。一方、後者の場合には、前者よりも光学特性が向上する。

【0004】図5は、後者の半透過型液晶表示装置で使用する駆動側TFT基板の一般的な製造工程図である。この工程では、まず、図5(a)に示すように、透明基板1上にゲートG及び補助容量電極Csを形成し、ゲート絶縁膜2を積層し、さらにポリシリコン膜3を形成する。そして、チャンネル部となるポリシリコン膜3の上にストッパ4をゲートGに対して自己整合的に形成し、ソース領域及びドレイン領域に不純物ドーピングを行う。その後、ポリシリコン膜3をアイランド状に分離し、ポリシリコン薄膜トランジスタ(TFT)を形成する。

【0005】次に、層間絶縁膜5を形成する(図5(b))。層間絶縁膜5にはエッチングによりコンタクトホール H_{1s} 、 H_{1o} と画素の透過部Tの開口部を形成し、さらに、金属薄膜をスパッタ等で成膜し、エッチングすることにより、コンタクトホール H_{1s} を介してTFTのソースSと通じるソース電極 S_1 と信号配線、及びコンタクトホール H_{1o} を介してTFTのドレインDと通じるドレイン電極 D_1 を形成する(図5(c))。

【0006】次に、拡散反射電極に与える表面凹凸形状を次のように形成する。まず、層間絶縁膜5上に第1のフォトリソ層7を成膜し(図5(d))、この第1のフォトリソ層7をフォトリソグラフィでパターンニングすることにより、複数の柱状体7aと、ソース電極 S_1 又はドレイン電極 D_1 と導通をとるための第2のコンタクトホール H_{2s} 、 H_{2o} と、画素の透過部Tに対応した開口パターンとを形成する(図5(e))。図7に示すように、このときのフォトリソマスク20としては、反射型液晶表示装置の拡散反射電極の形成に使用されるような、画素全体に柱状体をランダムに形成するための複数の円形パターン21を有するマスク22(図6)と、画素の透過部Tに対応した矩形パターンのマスクとを合成したものが用いられる。次に、必要に応じて加熱処理することにより、第1のフォトリソ層7のパターンニングにより得られた柱状体7aをなだらかに変形する。その後、反射特性を改善する第2のフォトリソ層8を、第1のフォトリソ層7と同様なフォトリソ材料を用いて成膜し、フォトリソグラフィでパターンニングする(図5(f))。

【0007】次に、画素の透過部Tの透明電極を形成する透明導電膜9をスパッタ法等を用いて成膜する。この

透明導電膜9はドレイン電極D₁とコンタクトホールH₁によって接続する(図5(g))。そして、画素の反射部RにA1、Ag等の反射率の高い金属膜を成膜し、フォトリソグラフィを用いてパターンニングすることにより拡散反射電極10を形成する(図5(h))。

【0008】こうして、駆動側TFT基板が完成する。このTFT基板と、カラーフィルタと透明電極が形成された対向基板とに配向膜を塗布し、配向処理を行い、双方の基板が適当なギャップを保つようにギャップ材を使用して双方の基板をシール材で貼り合わせ、液晶を注入し、封止することにより液晶表示パネルが得られる。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、図7に示したようなパターン用のフォトマスク20を使用して第1のフォトレジスト層7をパターンニングすると、図8に示すように複数の柱状体7aが形成されるが、このうち、反射部Rと透過部Tの境界部にかかる柱状体7bは、ステッパーの解像度の点から柱状体の高さがつぶれた形状になり、このつぶれた柱状体7b上に形成された拡散反射電極10は、図9に示すように、広い範囲で平坦な傾斜構造となる。したがって、つぶれていない柱状体7a上に形成された拡散反射電極10が、そこに入射した外光Lを十分に拡散させるのに対し、反射部Rと透過部Tの境界部の平坦な拡散反射電極10は、外光Lを十分に拡散させることなく強く反射する。また、この反射部Rと透過部Tの境界部では、拡散反射電極10が平坦につぶれているので液晶セルのセルギャップが本来の大きさからずれ、リタデーションが不適切なものとなる。このため、画像のコントラストが低下し、特に、黒表示時にコントラストの低下が著しいという問題が生じている。

【0010】通常、半透過型液晶表示装置では、図11に示すように、長方形の液晶表示パネル30の有効画面枠内に長方形の画素31が縦横に配列され、各画素内に反射部Rとして拡散反射電極10が設けられ、拡散反射電極10内に透過部Tとして長方形の開口パターンが開口しており、この開口パターンを構成する各辺が液晶表示パネル30の有効画面枠又は画素パターンを構成する辺と平行になっている。一方、図10に示すように、液晶表示パネル30に形成された反射画像を観察する時には、観察者の斜め上方から液晶表示パネル30に入射する外光Lが多く利用される。この場合、拡散反射電極の開口パターンの下辺は水平方向をとる。また、拡散反射電極の開口パターンの開口部の下辺は前述のように平坦な傾斜構造をなしている。このため、この拡散反射電極の水平方向に延びた平坦部分で、観察者の斜め上方からの外光は、極めて強く反射されることとなる。よって、従来の半透過型液晶表示装置では、観察者の斜め上方から液晶表示パネルに入射する外光に対して、特に、コントラストの低下が著しくなっている。

【0011】このような問題に対し、本発明は、画素の反射部に表面凹凸が形成された拡散反射電極を有し、画素の透過部に透明電極を有する半透過型液晶表示装置において、反射部と透過部の境界部の反射特性に起因するコントラストの低下、特に、特定方向から入射する外光に対するコントラストの低下を低減させることを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明者は、画素の反射部に表面凹凸が形成された拡散反射電極を有し、画素の透過部に透明電極を有する半透過型液晶表示装置において、画素の透過部に対応した拡散反射電極の開口パターンを構成辺として、液晶パネルの有効画面枠又は画素パターンを形成するいずれの辺とも非平行となる辺を形成すること、特に、図10のように液晶表示パネルの画像を観察したときに、観察者の斜め上方からの外光が観察者に向けて直接的に反射されないように、拡散反射電極の開口パターンの下辺が水平方向と非平行になるように形成することにより、反射部と透過部の境界部の反射特性に起因するコントラストを改善できることを見出した。

【0013】即ち、本発明は、画素の反射部に表面凹凸が形成された拡散反射電極を有し、画素の透過部に透明電極を有する半透過型液晶表示装置であって、画素の透過部に対応した拡散反射電極の開口パターンが、液晶パネルの有効画面枠又は画素パターンを形成するいずれの辺とも非平行な辺を有する半透過型液晶表示装置を提供する。特に、この半透過型液晶表示装置において、液晶表示パネルの画像観察時に、拡散反射電極の開口パターンの下辺が水平方向と非平行である態様を提供する。

【0014】また、本発明は、画素の反射部に表面凹凸が形成された拡散反射電極を有し、画素の透過部に透明電極を有する半透過型液晶表示装置の製造方法であって、基板上にフォトレジスト層を形成し、そのフォトレジスト層をフォトリソグラフィでパターンニングすることにより、フォトレジストに複数の柱状体と、画素の透過部に対応した開口パターンとを形成する工程、及びパターンニングしたフォトレジスト層上に金属膜を形成し、その金属膜に画素の透過部に対応した開口パターンを形成することにより拡散反射電極を形成する工程を含む製造方法であって、フォトレジストの開口パターン及び金属膜の開口パターンとして、液晶パネルの有効画面枠又は画素パターンを形成するいずれの辺とも非平行な辺を有する開口パターンを形成する方法を提供する。特に、この製造方法において、液晶表示パネルの画像観察時に、フォトレジストの開口パターン及び金属膜の開口パターンの下辺が水平方向と非平行になるように形成する態様を提供する。

【0015】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照しつつ、本発明

の一例を詳細に説明する。なお、各図中、同一符号は、同一又は同等の構成要素を表している。

【0016】本発明の半透過型液晶表示装置は、開口パターンを有する拡散反射電極を以下に説明するようにパターンニングして形成する以外、画素の反射部に拡散反射電極を有し、画素の透過部に透明電極を有する従来の半透過型液晶表示装置と同様に製造することができる。例えば、本発明の半透過型液晶表示装置では、その駆動側TFT基板の製造にあたり、透明基板1にTFTを形成し、層間絶縁膜5を形成し、ソース電極S₁、信号配線及びドレイン電極D₁を形成する工程(図5(a)～

(c))までは、図5に示した従来法と同様とすることができる。

【0017】その後、基板1上に第1のフォトリソ層7を形成し、その第1のフォトリソ層7をフォトリソグラフィでパターンニングすることにより、第1のフォトリソ層7に、複数の柱状体7aと、画素の透過部Tに対応した開口パターンを形成することも、それらの形成自体は図5に示した従来法と同様である(図5(d)、(e))。

【0018】しかしながら、本発明においては、第1のフォトリソ層7の開口パターンとして、液晶パネルの有効画面枠又は画素パターンを形成するいずれの辺とも非平行な辺を有するパターンを形成する。より具体的には、当該の液晶表示装置が、通常の使用状態で図10に示すように、液晶表示パネル30を鉛直に立てた状態で観察されるものである場合、液晶表示パネル30の画像観察時に拡散反射電極の開口パターンの下辺が水平方向と非平行となるように、図4に示すように、拡散反射電極の開口パターンの下辺に対応する、第1のフォトリソ層の開口パターンの下辺7xを折れ線にし、開口パターンを全体としてホームベース状にする。この他、下辺7xの形状は、任意の折れ線、曲線等とすることができる。このように開口パターンを折れ線、曲線等から形成しても、透過部Tと反射部Rの境界部にかかる柱状体7bはつぶれた形状となり、この上に形成される拡散反射電極は平坦な傾斜構造をとることになるが、その平坦面が液晶表示パネル30の画像観察時に水平方向を向かないので、観察者の斜め上方からの外光が観察者に向かって強く反射することを防止できる。

【0019】なお、本発明において、第1のフォトリソ層7の開口パターンを構成する辺のうち、折れ線、曲線等に形成する辺は、上述のように液晶表示パネル30を鉛直に立てた場合に、下辺となるものに限られず、当該液晶表示パネルの使用態様に応じて適宜定めることができる。したがって、本発明は、第1のフォトリソ層7の開口パターンを形成する辺の少なくとも一つが、液晶パネルの有効画面枠又は画素パターンを形成するいずれの辺とも非平行である場合を包含する。

【0020】また、開口パターンの下辺7xに、液晶パ

ネルの有効画面枠又は画素パターンを形成する辺に対して非平行な辺を形成するにあたり、下辺7xの形状としては、図2に示すように、柱状体7aの凸部間の間隙に沿った曲線とし、この柱状体7a上に形成される拡散反射電極10の開口パターンの下辺が、拡散反射電極10の表面凹凸の凸部間の間隙に沿った曲線となるようにすることが特に好ましい。これにより、この曲線に沿った部位では、つぶれた形状に形成される柱状体7bがなくなり、第1のフォトリソ層7上に形成される拡散反射電極10の開口パターンの境界部が平坦な傾斜構造となることを防止できる。したがって、図3に示すように、この境界部の反射電極10に入射する外光を良好に拡散させ、液晶表示パネルの拡散反射率を向上させることができる。また、反射部における液晶表示セルのセルギャップも当初の設定通りに形成することができるので、コントラストを向上させることができる。

【0021】本発明において、第1のフォトリソ層7の開口パターンに、液晶表示パネルの有効画面枠又は画素パターンを形成する辺に対して非平行な辺を形成するにあたり、図1に示すように、開口パターンの下辺7xに限らず、開口パターンの全周を非平行な辺とし、この上に形成する拡散反射電極の開口パターンも同様のパターンとすることが好ましい。こうして形成された液晶表示パネルでは、任意の方向から入射する外光に対して、開口パターンの境界部で強い反射が起こることを防止でき、コントラストを一層向上させることができる。

【0022】なお、本発明の半透過型液晶表示装置の製造方法において、第1のフォトリソ層7を上述のようにパターンニングした後は、図5の従来法と同様に必要に応じて柱状体をなだらかにするために、加熱処理を施しても良く、また、パターンニングした第1のフォトリソ層7上に第2のフォトリソ層8をさらに積層してもよい(図5(f))。

【0023】第1のフォトリソ層7のパターンニング後は、図5の従来法と同様に、透明導電膜9を成膜することにより、透過部に透明電極を形成し(図5(g))、さらに金属膜を成膜し、その金属膜に画素の透過部に対応した開口パターンを形成する(図5(h))。ただし、金属膜の開口パターンは、その下地になっている上述のフォトリソ層7の開口パターンと同様の開口パターンとする。

【0024】液晶表示パネルは、こうして得られたTFT基板と、カラーフィルタと透明電極が形成された対向基板とに配向膜を塗布し、配向処理を行い、双方の基板が適当なギャップを保つようにギャップ材を使用して双方の基板をシール材で貼り合わせ、液晶を注入し、封止することにより得られる。

【0025】以上、本発明を、ボトムゲート構造のTFTを画素構造に有する半透過型液晶表示装置について示したが、拡散反射電極の開口パターンを上述のように形

成する限り、トップゲート構造のTFTを画素構造に有する半透過型液晶表示装置にも同様に適用することができる。また、アクティブマトリクス型に限らずパッシブマトリクス型の半透過型液晶表示装置にも適用することができる。

【0026】

【発明の効果】本発明によれば、画素の反射部に表面凹凸が形成された拡散反射電極を有し、画素の透過部に透明電極を有する半透過型液晶表示装置において、反射部と透過部の境界部の反射特性に起因するコントラストの低下、特に、特定方向から入射する外光に対するコントラストの低下を低減させることが可能となる。

【0027】特に、本発明において、拡散反射電極の開口パターンを、拡散反射電極の表面凹凸の凸部間の間隙に沿った曲線から形成する場合には、反射部と透過部の境界部において拡散反射電極に平坦な傾斜構造が形成されないで、コントラストの低下を顕著に防止することができ、さらに、拡散反射率も向上させることができる。また、このような効果は、液晶表示装置の画素の微小化が進むに連れてより効果的に得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の製造方法によりパターンニングした、第1のフォトレジスト層の平面図である。

【図2】 本発明の製造方法によりパターンニングした、第1のフォトレジスト層の平面図である。

【図3】 本発明の製造方法により得られるTFT基板*

*の断面図である。

【図4】 本発明の製造方法によりパターンニングした、第1のフォトレジスト層の平面図である。

【図5】 従来のTFT基板の製造工程図である。

【図6】 従来の反射型液晶表示装置の製造工程において、第1のフォトレジスト層のパターンニングに使用するフォトマスクの平面図である。

【図7】 従来の半透過型液晶表示装置の製造工程において、第1のフォトレジスト層のパターンニングに使用するフォトマスクの平面図である。

【図8】 従来の製造方法によりパターンニングした、第1のフォトレジスト層の平面図である。

【図9】 従来のTFT基板の断面図である。

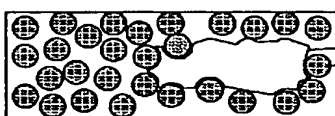
【図10】 一般的な、液晶表示パネルの観察状態の説明図である。

【図11】 液晶パネルにおける画素の配列状態の説明図である。

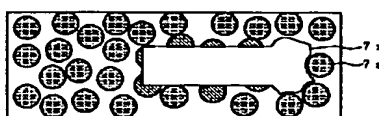
【符号の説明】

1…透明基板、2…ゲート絶縁膜、3…ポリシリコン膜、4…ストップ、5…層間絶縁膜、7…第1のフォトレジスト層（フォトレジスト層）、8…第2のフォトレジスト層、9…透明導電膜、10…拡散反射電極、20…フォトマスク、30…液晶表示パネル、31…画素、D…ドレイン、D₁…ドレイン電極、G…ゲート、S…ソース、S₁…ソース電極、R…画素の反射部、T…画素の透過部

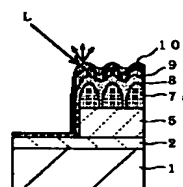
【図1】



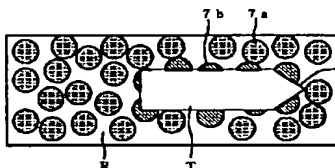
【図2】



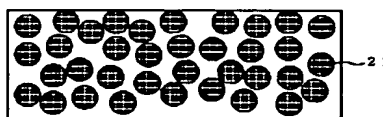
【図3】



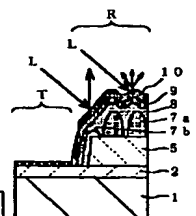
【図4】



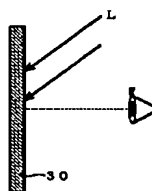
【図6】



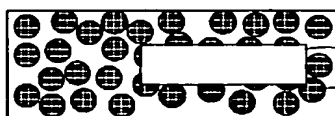
【図9】



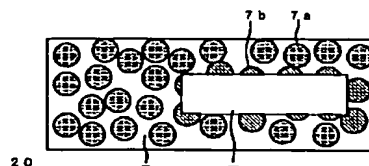
【図10】



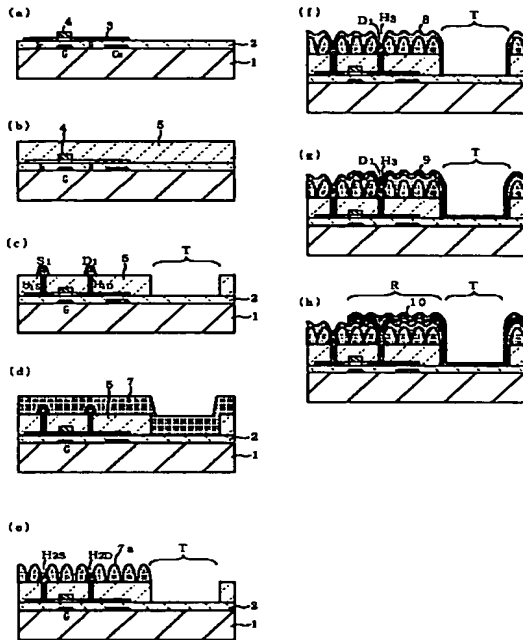
【図7】



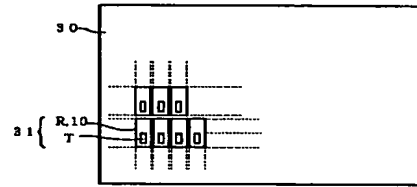
【図8】



【図5】



【図11】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2H091 FA02Y FA14Z GA02 LA17
 2H092 GA11 GA13 GA29 JA24 JA26
 JA46 KA04 LA06 MA05 MA15
 NA25 PA08

技術解説

携帯電話用反射型 TFT-LCD “HR-TFT” 及び半透過型 TFT-LCD “アドバンスト TFT”

“HR-TFT/Advanced TFT” for Cellular Phones

清水 雅 宏*
Masahiro Shimizu

津 田 和 彦*
Kazuhiko Tsuda

鳴 瀬 陽 三*
Yohzoh Narutaki

木 村 直 史*
Naofumi Kimura

要 旨

携帯電話に搭載するディスプレイとして注目を集めている反射型 TFT-LCD (HR-TFT) と半透過型 TFT-LCD (アドバンスト TFT) を開発した。これらの TFT-LCD は従来の反射型 LCD に比べフルカラー動画表示が可能となり、今後更に携帯電話用ディスプレイとして発展する可能性を持っている。本稿では、HR-TFT/アドバンスト TFT のパネル構造、表示性能などについて示す。さらに、携帯電話用ディスプレイとして重要な TFT-LCD の低消費電力化の手法について概説する。

Recently, the function of cellular phones has been evolved rapidly, and a high performance display has been demanded for cellular phones. Reflective type TFT-LCD (HR-TFT) and transfective type TFT-LCD (Advanced TFT) are suitable for cellular phones, because they can express vivid color and smooth animation. These types of TFT-LCD will grow as a display for cellular phones, more and more. This paper describes the structure and the performance of HR-TFT and Advanced TFT, and outlines the method of reduction in the power consumption of TFT-LCD, that is important for cellular phones.

まえがき

近年、情報通信のインフラの整備に伴い、携帯電話が急速に普及し、さらに高性能化が進んでいる。今や携帯電話としての機能は電話をかけるだけではなく、メールの送受信、インターネットの閲覧、更にはコンテンツのダウンロードなどにより携帯電話で写真や動画などを再生するようになってきた。このように入手できる情報量の増大に伴い、携帯電話に搭載されるディスプレイの占める役割は非常に重要であり、その要求も年々厳しくなってきた。携帯電話用ディスプレイには以下の要求を満足させる必要がある。

- (1) 薄型・軽量・狭額縁
- (2) 外光/暗所での視認性
- (3) 低消費電力
- (4) 美しいカラー画像
- (5) 動画表示

これらの要求を考慮した上で、候補に挙がる様々なディスプレイに対する評価を表 1 に示す。

表 1 より、反射型 LCD は周囲光を利用し表示を行うことでバックライトを必要せず、最も低消費電力であることを特長とする。そこで、反射型 LCD の反射効率について様々な最適化を行うことにより、明るく、高コントラストで、フルカラー表示が可能な HR-TFT (Highly Reflective-TFT) を開発した。さらに、反射型 LCD の屋外での良好な視認性と透過型 LCD の色鮮やかな表示を兼ね備えた半透過型 LCD としてアドバンスト TFT を開発した。アドバンスト TFT は、すべての環境において使用可能となるマルチシーンディスプレイであることを特長とする。さらに、HR-TFT、アドバンスト TFT は駆動方法として TFT を用いるため、中間調表示や高速応答により、フルカラー動画表示が可能である。

このように HR-TFT、アドバンスト TFT は、高性能携帯電話に搭載するディスプレイとして最適であると同時に、他のディスプレイには追随を許さない優れた特長を備えている。本稿では、HR-TFT とアドバンスト TFT について、その構造と特長、さらには携帯性に

* ディスプレイ技術開発本部 モバイルディスプレイ研究所

表 1 様々なディスプレイの性能

Table 1 Performance of various displays.

ディスプレイ技術	薄い	軽い	低消費電力	使用環境を選ばない	表示性能			
					カラー	動画	明るさ	コントラスト
LCD透過型	△	△	△	△	○	○	○	○
LCD反射型	○	○	◎	○	○	○	△	○
LCD半透過型	△	△	○	◎	○	○	○	○
OLED	○	○	△	△	○	○	○	○
FED	(○)	(○)	△	△	○	○	○	○
EPD	○	○	○	○	(○)	(△)	△	△

重要な低消費電力化への取り組みについて概説する。

1. 反射型 TFT-LCD (HR-TFT)

HR-TFTは、周囲光を効率よく利用して表示を行うため、屋外での視認性に優れバックライトを必要としないため低消費電力であることが特長である。これらの特長から、常に液晶画面に表示を行うストレートタイプの携帯電話がHR-TFTの特長を最も生かす形状であると考えられる。HR-TFTの構造、性能について、以下に述べる。

1・1 HR-TFT の構造と特長

従来の反射型LCDは、図1に示すように液晶セルの外側に反射板を貼り付ける構造である。このため、反射板と液晶層との間にガラスの厚さ（0.5mm～1.1mm）だけ間があいており、図のように斜めから入射した光は隣の画素を通過してしまう。このため、視差による二重映りが生じたり、異なるカラーフィルタを通過するために明るさのロスや混色が生じてしまうなどの問題がある。そこで、HR-TFTは図2に示すように反射板が反射電極を兼ねる構造とした。この構造を採用することで、視差や混色を完全に無くすることができるため、HR-TFTは従来の反射型LCDに比べて非常に明るく、高精細表示がはじめて可能となった。さらに、図2に示すように配線上に絶縁膜を形成しその上に画素電極を配置するSHA構造（Super High Aperture）とすることで、高開口率化をはかることができ、更なる明るい表示が可能となった。

反射型は周囲光を最大限利用して表示を行わなければならない。そのためには、すべての方向に光を散乱させる完全拡散ではなく、光の散乱をある一定の角度に広がりをもちつつ、その角度内では均一な強度で光が散乱する反射板を設計することが重要となる¹⁾。我々は、このような反射板として、図3に示すような反射表面に微細な凹凸形状を形成するMRS構造（Micro Reflective Structure）を採用した。MRS構造に

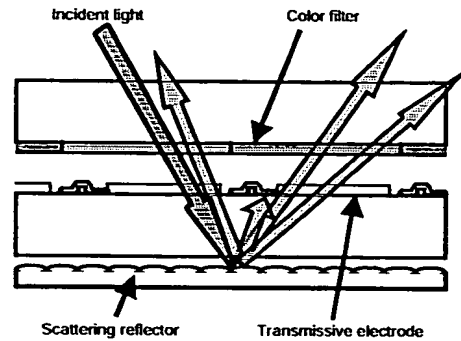


図1 従来の反射型LCDの構造

Fig. 1 Schematic figure of conventional reflective type LCD.

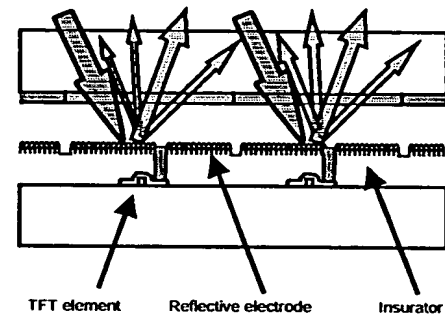


図2 HR (Highly Reflective) -TFT の構造

Fig. 2 Schematic figure of HR (Highly Reflective) -TFT.

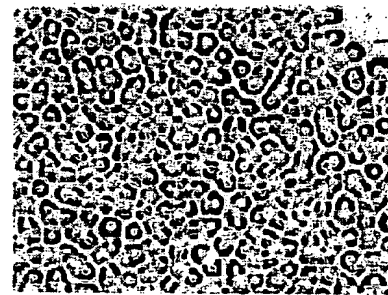


図3 MRS (Micro Reflective Structure) の構造

Fig. 3 Schematic figure of MRS (Micro Reflective Structure).

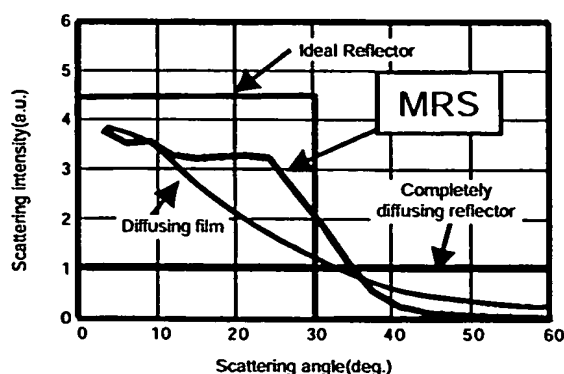


図4 MRS (Micro Reflective Structure) の散乱光分布
Fig. 4 Scattering properties of MR (Micro Reflective Structure).

より、凹凸形状を最適に設計することが可能となり、所望の散乱特性を制御し実現できる^{2~4)}。このように設計した反射板の散乱光分布を図4に示す。

また、どんなに効率良く周囲光を利用できたとしても、暗い環境において表示は見難くなる。そこで、暗いところでもディスプレイが良好に見られるようにするため、HR-TFTではパネル前面からパネルを照明するフロントライトを採用している。フロントライトを点灯させることにより、暗い環境においても表示を見やすくすることができ、さらにフロントライトは透明であるため、明るい環境においては周囲光のみを利用して反射表示を見ることができる。このようにフロントライトを用いることにより、すべての環境において使用することができる。

1・2 表示性能

HR-TFTの明るさとコントラスト図5に示す。図には、反射型表示の比較としてカレンダー、コピー用紙、雑誌(ザラ紙)、新聞などの各種印刷物の明るさとコントラストについて示す。図5より、HR-TFTは

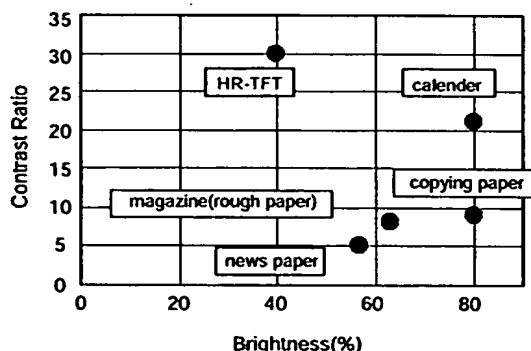


図5 HR-TFTの性能と各種印刷物の比較
Fig. 5 Comparison of HR-TFT and various papers.

フルカラー動画表示可能でありながら、新聞紙並みの明るさと、カレンダーなどのグラビア印刷を上回る非常に高いコントラストが実現できた。

2. 反射/透過両用マルチシーンディスプレイ (アドバンスド TFT)

アドバンスド TFTは、反射型LCDの特長である屋外での視認性を備えながら、バックライトによる透過表示を同時に実現し、透過表示は非常に色鮮やかな表示が得られる。これらの特長から、折りたたみ型の携帯電話がアドバンスド TFTの特長を最も生かす形状であると考えられる。アドバンスド TFTの構造、性能について、以下に述べる。

2・1 アドバンスド TFTの構造と特長

反射/透過両用ディスプレイであるアドバンスド TFTは、HR-TFTの反射板の一部に透過用の透明電極を配置し、さらにパネル背面にバックライトを設置する。反射部と透過部の液晶層を通過する光の経路を等しくするために、透過部のセル厚は反射部のセル厚に対してほぼ2倍の厚さになるように設計を行った。反射部と透過部とのセル厚差を設けるために、図6に示すように画素内を反射表示部と透過表示部に分離し、反射部のみに層間絶縁膜を配置し、段差を設けている⁵⁾。

反射/透過両用ディスプレイにおいて、反射表示部の光の経路はカラーフィルタを2回通過するのに対して、透過表示部の光の経路はカラーフィルタを1回しか通過しない。このため、反射/透過と両方の明るさ、色度を調整することが難しい。そこで、反射と透過ともに所望の明るさ、色度にするために、アドバンスド TFTでは反射部分と透過部分のカラーフィルタ

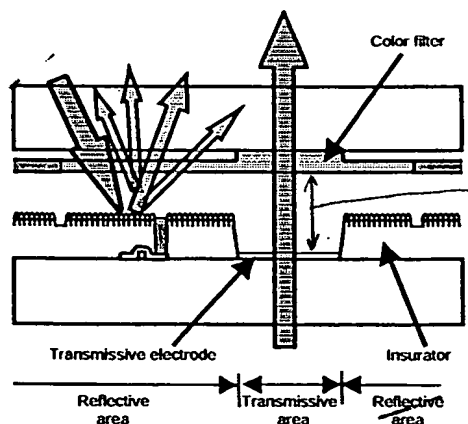


図6 アドバンスド TFTの構造
Fig. 6 Schematic figure of Advanced TFT.

の厚さを変えている。これにより、反射／透過ともに良好な明るさ、色度を実現することができた。

2・2 表示性能

アドバンスド TFT は、反射電極と透明電極の面積比率を変えることによって、反射表示を重視した設計も透過表示を重視した設計も可能である。我々はユーザーの要望に応じて、反射表示を重視した R-bright アドバンスド TFT と透過型 LCD と同等の透過率を有した T-bright アドバンスド TFT を開発した。それぞれの明るさ、コントラストについて表 2 に示す。R-bright アドバンスド TFT は屋内・屋外問わず反射型／透過型としての性能がいかに発揮されるディスプレイであり、あらゆる環境においてコントラストの高く、見やすい表示が実現できる。T-bright アドバンスド TFT は、屋内において透過型 LCD と全く等しい明るさ、色度を有し非常に美しい表示が可能でありながら、屋外での視認性も同時に確保した。図 7 は、屋外での使用を想定し、外光による照度を上昇したときの T-bright アドバンスド TFT と透過型 LCD のコントラストの比較を示す。

表 2 アドバンスド TFT の表示性能

Table 2 Performance of Advanced TFT.

	R-bright	T-bright
Number of color	260,000	←
Brightness (Ref.)	6%	2%
Contrast ratio (Ref.)	20 : 1	4 : 1
Brightness (Trans.)	4.6%	12%
Contrast ratio (Trans.)	>200 : 1	←

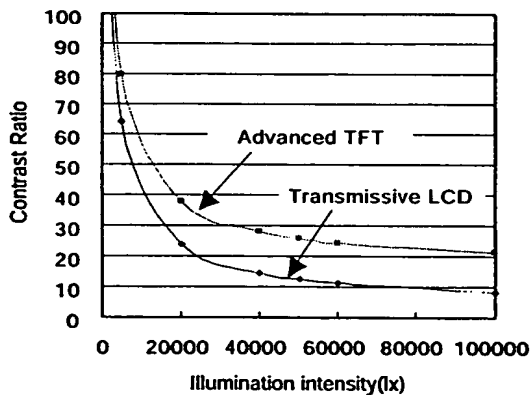


図 7 外光照度におけるコントラスト比較

Fig. 7 Comparison of contrast ratio in outside illumination intensity.

3. 低消費電力化技術

従来の反射型／半透過型 LCD は、反射表示を行う際に周囲光を利用するため、バックライトを点灯しなければならない透過型 LCD に比べ消費電力が 1/5～1/10 の 100mW 程度であった。しかし、常に LCD の表示を行うストレート型携帯電話に搭載するには更に数 mW 以下に低消費電力化を図らなければならない。

LCD の消費電力は基本的に「パネル容量」「駆動周波数」「駆動電圧の二乗」に比例して増大するため、消費電力低減のためにはそれぞれを低減することが必要である。また、各駆動回路に供給する電源ロスや電話機本体と LCD 間のデータ送受信に必要な電力ロス、パネル周辺の回路における消費電力などを低減することも重要な課題である。そこで、低容量パネルの開発、周辺回路設計及び駆動方法の徹底的な見直しと高効率電源の開発によって、26 万色フルカラー動画表示時に従来の 1/15 以下の約 5mW に低消費電力化する技術を開発した。さらに、携帯電話は待ち受け時の表示として固定画像を表示することが多いことに注目し、図 8 に示すように画像内容に応じ書き込み周波数を低減させ、パネルにメモリー機能を持たせることにより画像を保持する。この間は周辺回路を休止させることが可能となるため、大幅に消費電力を削減することが可能となる。これら低消費電力化の技術を ULC (Ultra Low Consumption) 技術と呼んでおり、26 万色フルカラー静止画表示時の消費電力を従来の 1/40 の

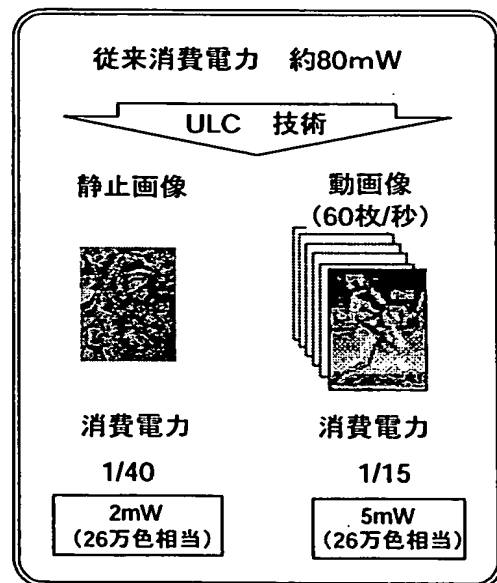


図 8 ULC 技術による低消費電力化

Fig. 8 Approach to low power consumption by ULC technology.

約2mWにまで低消費電力化することが可能になった。ULC技術を携帯電話用ディスプレイに用いることで大幅な低消費電力化が可能となり、ストレート型携帯電話の電池寿命を飛躍的に改善することができた。

むすび

今後更にインフラが進展し、携帯電話は飛躍的に高機能化することが予想され、携帯電話用ディスプレイに求められる要求もますます高まっていく。携帯電話用ディスプレイとしては他の方式（有機ELなど）も提案されているが、明るさ、消費電力などの性能に加えて、屋内外のあらゆる環境において使用することを考えても、反射型／半透過型LCDが主流であることは間違いない。なかでも、HR-TFT、アドバンスドTFTは業界トップレベルの性能を有しており、今後更なる改良・性能向上を行うことにより、携帯電話市場におけるシェアの拡大が期待されている。

謝辞

本開発にあたり、多大なご指導とご協力を頂きました東北大学電子工学科内田龍男教授、ディスプレイ技術開発本部、モバイル液晶事業本部の皆様には感謝致します。

参考文献

- 1) N. Sugiura and T. Uchida; AM-LCD95 digest.153(1995).
- 2) T. Uchida; AM-LCD95 digest.23(1995).
- 3) S. Mitsui, Y. Shimada, K. Yamamoto, T. Takamatsu, N. Kimura, S. Kozaki, S. Ogawa, H. Morimoto, M. Matsuura and K. Awane; SID92 digest.437(1992).
- 4) Y. Ishii, N. Kimura, F. Funada and K. Awane; Euro Display96 digest, 115(1996).
- 5) M. Kubo, T. Ochi, Y. Narutaki, T. Shinomiya, Y. Ishii; J.SID 8/4,299(2000).

(2002年5月22日受理)